

第 13 章 WG11 歩留向上

13-1 はじめに

半導体製造プロセスにおいては、歩留はウェーハ上に作製された集積回路の機能性および信頼性で表現される。YE(歩留向上)は、研究開発段階での低い歩留を量産時の習熟歩留にまで上昇させる改善を指す。YE 章では、DRAM、MPU および Flash を高歩留で生産するために、現在および将来に要求される事項を示す。さらに、その中で困難な技術課題が何であるかを明らかにし、それらに対する実現可能な解決策について議論する。

YE 章は YMDB(歩留モデルと装置許容欠陥数)、DDC(欠陥検出と特徴付け)、WECC(ウェーハ環境汚染制御)、及び YL(歩留習熟)の 4 つの技術領域で構成されている。2007 年度には YL の Table は削除されたため実質的な更新/改定の分担領域として YMDB は日本、DDC はヨーロッパ、WECC はアメリカとヨーロッパとなっている。

集積回路の製造工程において、歩留低下は、例えば欠陥、不良、プロセス変動、および設計により引き起こされる。歩留低下を引き起こす汚染、機構には、環境中もしくは装置内で発生した気中分子状汚染(AMC)または、無機および有機のパーティクル、プロセス中で発生した欠陥、重ね合わせ不良、およびストレスなどがある。

今年度の国際活動は、年 4 回の ITRS 定例会議(第 30 回/2008 年 4 月ドイツ、第 31 回/2008 年 7 月米国サンフランシスコ、第 32 回/2008 年 12 月韓国、第 33 回/2009 年 3 月ベルギー)への代表者参加、その他 2008 年 10 月に東京にて ITRS_YMDB/DDC/YL 会議、2009 年 1 月に東京にて WECC 会議をそれぞれ開催した。

国内活動としては、WECC 関係ではパーティクル制御、計測技術、純水からのメタル吸着挙動、DDC 関係では欠陥検査技術に関して国内専門家からの最新技術と技術動向のヒアリングを行った。これらのヒアリング及び STRJ 活動で ITRS ロードマップに記載された WECC 関連の項目とロードマップ数値に関する議論を進めることができた。

13-2 ITRS 2008 update 版改定のポイント

ITRS の YE 章は先に示したようにその技術領域により大きく 4 つの節に分けられている。YMDB では ORTC で提示されるチップサイズ/ゲート寸法等が変更されたのを受け、該数値を引用している部分を更新した。DDC では要求検査感度の基準 DR 値を Flash に完全移行し DRAM 基準値は削除された。WECC では Critical Particle Size の変更に伴い液中パーティクルのサイズと個数に変更になっている。プリカーサは薬品の分類からガスの分類へ移動された。純水中のパーティクル、メタルに関しては現在議論中であり、2008 年度の改定には間に合っていない。

13-2-1 YMDB 改定

今回の 2008 年更新では、ORTC で提示されるチップサイズ/ゲート寸法等が変更されたのを受け、該数値を引用している部分を更新した。Flash については、ORTC に記載されるべき数値のひとつ(PR 数)が ITRS 内で未整合である為に、部分的な修正に留まっている。

13-2-2 DDC 改定

DDC の改定要旨を以下に示す。エッジ検査関連の項目追加と最新のツールやプロセスに対応した要求値の見直しが主となっている。

1. 要求検査感度の基準 DR 値を flash 基準に完全移行(DRAM 基準値は削除)
2. エッジ検査での欠陥座標精度の要求値を追加

- ・自動欠陥分類タイプ数についてはレビュー装置要求テーブルに移動
- 3. エッジ検査欠陥の SEM および Optical レビューでの要求値を追加
 - ・座標精度、再検出感度、処理速度、自動欠陥分類タイプ数
- 4. 最新のツールに対応した要求値と達成状況の見直し
 - ・EB 検査装置での VC 欠陥検出感度見直し(厳しく)
 - ・エッジ検査感度の見直し(緩く)
 - ・SEM レビューでの座標精度、再検出感度見直し(厳しく)

13-2-3 WECC 改定

純水、薬品中のパーティクルのサイズと個数は FEP で規定している Critical Size で定義され改定された。純水中のメタルの分類は実験データと各種文献値より Critical Metals の項目を追加する方向で現在議論中である。純水中の Critical Organics の項目が追加された。現在実験中であり数値は準備中(TBD)である。特に純水に関してメタル、有機、パーティクルのグループに分かれて実験、考察中である。今までは項目のみが増え続けてきたがアメリカ、ヨーロッパに加えて日本で実験や文献に裏付けられた数値が input され始めている。

プリカーサは薬品の分類からガスの分類へ全面的に移動した。エチレングリコールについての項目が追加された。これは米国等で HF と混合して使用する用途に対応している。Critical metrology のクリーンルーム雰囲気項目が追加された。

13-3 YMDB Topics

以下では 2008 年度の活動の中心である YMDB 改定(2009Revision)準備について、その背景と活動進捗を説明する。YMDB は、米国 SEMATECH 内プロジェクトでの研究開発成果を ITRS に移管したものであるが、近年は該移管成果の活用に対して以下の懸念が生じ始めた。

- ・ DB 予測精度低下

DB のロードマップには、将来の新規要素プロセス技術の欠陥モードや欠陥検出に使用する検査装置の Capture Rate や Kill Ratio についての予測モデルが含まれないので、DB サーベイから時間が経つと精度低下が懸念される。

- ・ システムティック要因取込み不十分

当初より ITRS 中では、システムティック要因を定数として与えているだけで、近年必須となっている DFM(Design for Manufacturability)についてはモデル化出来ていない。

13-3-1 DB 予測精度低下

第一の対策は DB サーベイ再実施による DB 更新であり、2003 年 12 月の台湾会議より再実施の為の議論が始まったが、参加 IDM の獲得/ IDM 提供データの秘守/前回 DB サーベイの手法把握等が障害となって未だに実施には至っていない。しかし、ISMI の DB サーベイに対する対応が 2008 年下期に入ってから変化し、ITRS と ISMI の共同作業でサーベイを再実施出来る可能性が出てきた。その場合には、上記障害が大きな障害とはならない。図表 13-1 は、08 年 10 月に JEITA で YE-ITWG を開催して協議したサーベイ内容案である。本件については、2009 年度も継続して YE-ITWG/ISMI と国際 Tel.会議等を活用して議論を進め、2009 年度内の DB サーベイ実現に向けて細目を詰める予定である。

Particles per Wafer pass (PWP) Budget (defects/m ²) for Generic Tool Type Scaled to XX nm Critical Defect Size or Greater						
Process Area		Sensitivity to yield			PWP control limit @XXnm	
		Highly sensitive	Sensitive	Less sensitive	<1000	1000 - 1999
Lithography	Coat/develop/bake					
	Lithography stepper/scanner					
	Lithography cell					
	Coat/develop/bake					
Furnace	Furnace oxide/anneal					
	Furnace CVD					
	Furnace fast ramp					
RTP	RTP oxide/anneal					
	RTP CVD					

各装置Type (Litho-SCAN, T-Ox-Depo etc) 毎に歩留影響度（高、中、低）と、PWP管理レベル実績（<1000,1000<,>2000 etc）@Technologyないし各装置の上/下限PWPの希望値を選択記入

図表 13-1 DB Survey Sheet 叩き台

13-3-2 システマティック要因取込みの検討

システマティック要因は、JEITA・半導体部会の生産技術委員会・DFM-PM 小委員会において、2008 年 9 月 12 日、10 月 10 日、11 月 7 日の 3 回に渡ってシステマティック要因の取り扱いを議論して頂いた。図表 13-2 は、該議論で用いた ITRS へのシステマティック要因取込みのたたき台で、該図中の 3 つの視点から議論した。

・ 生産容易性の計量

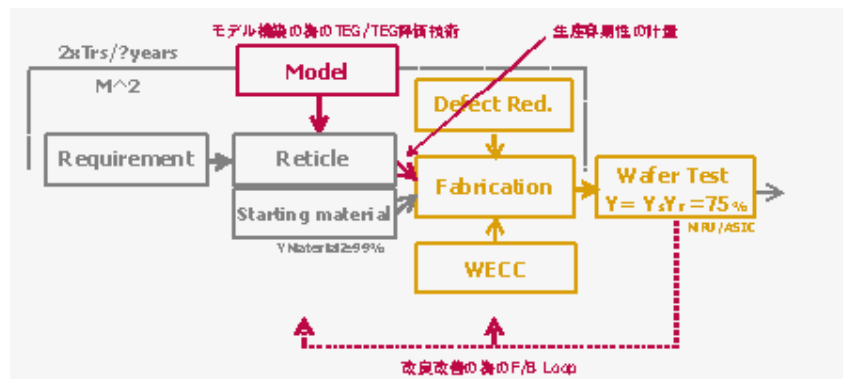
先端プロセス製品に適用する歩留モデルは、ウェーハ工程中で検出される欠陥以外に、設計時にその製品に埋め込まれた生産容易性の数値化が、設計と生産の責任の分離に有効と考えられている。

・ 改良改善の為のフィードバックループ

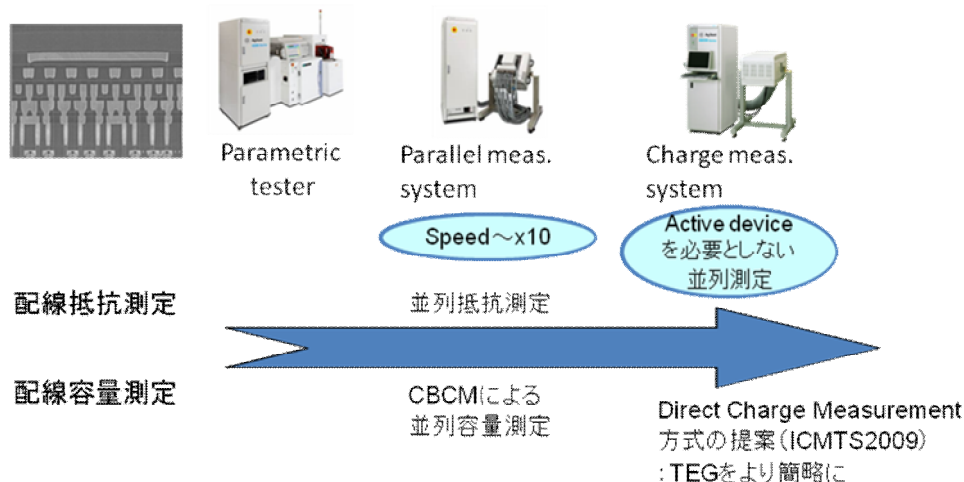
製品の不良箇所の絞り込みには、故障解析プログラム (Diag.) が有効である。Diag. は、システマティック要因起因の不具合若しくは Non Visual Defect を特定し、解析結果をフィードバックして設計/生産手法の改良改善を行うデバッグ手段として、DDC に於ける Visual Defect を参考としたロードマップ化が可能と考えられる。

・ モデル構築の為の TEG/TEG 評価技術

DFM モデル若しくは DFM に用いる TCAD モデルを構築する為には、デバイス特性及びそのばらつきを、前述の回路大規模化からの統計的要求に応え得る様な多量評価技術及び統計処理手法の開発が必要になる。図表 13-3 は、該高速多量評価技術の例を紹介したものである。また TCAD などの予測的な技術を活用してこうした取込みを加速する動きもあり、今後の一つの方向性と考えられる(図表 13-4)。システマティック要因の取込みに関しては、2009 年度も引き続き生産技術委員会・DFM-PM 小委員会の有識者と議論を深め、上記 13-3-1,2 を発展させた改定原稿案を纏める予定である。

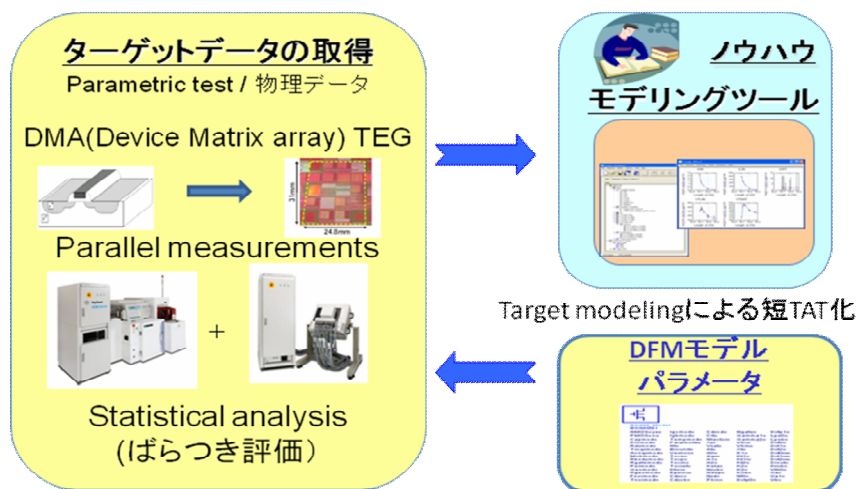


図表 13-2 Systematic Yield Model



Back End Processのパラメトリック・テストにおける測定の効率化

図表 13-3 高速多量評価技術の例



DFM Modelingに必要なTEG/Test 技術

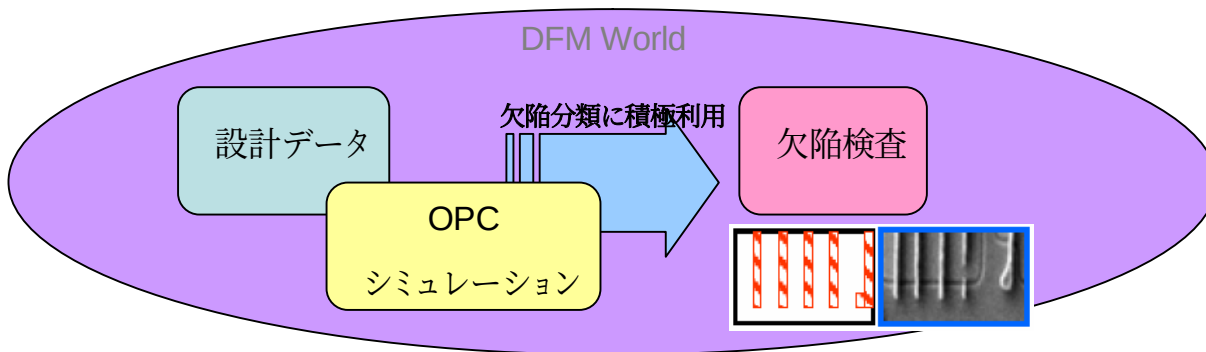
図表 13-4 DFM モデルの短 TAT 作成 Flow

13-4 DDC Topics デザイン情報を使った欠陥検出・分類

微細化の進行に伴い、システム欠陥の欠陥全体に占める割合が増加しており、欠陥検査でのシステム欠陥の検出要求も増加している。不純物プロファイルの異常や膜中のボイドなど光学的にはまったく見えない欠陥もあるが、OPC 精度不足等によるパターン不良などのいわゆる Hot Spot と呼ばれる欠陥は、欠陥検査装置で検出可能なものも多い。しかし、実際にはマージナルな要因のため、必ずしもチップ内やショット内の決まった場所に発生するわけではなく発生頻度も低いこれらのシステム欠陥を擬似欠陥をも含む大量の検出欠陥の中から、いかに抽出し分類するかという問題が存在する。

最近、欠陥検査装置での欠陥の検出や分類(Filtering)に設計情報を利用する手法が開発されてきており、有効な方法として期待されている。従来 DFM 手法としてはプロセス結果(不良解析)からの設計情報へのフィード

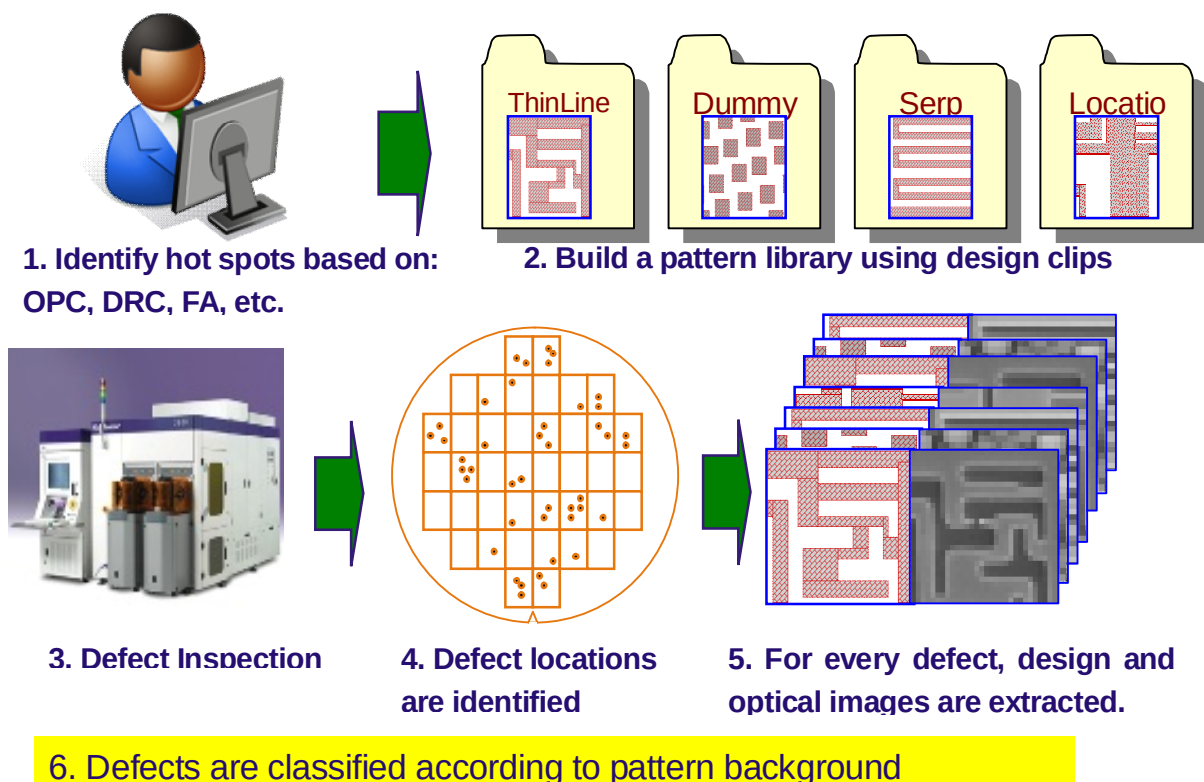
バックやシミュレーションの利用によるフィードバックパスが大きく扱われているが、今後は設計情報を使用したインプロセスでのシステム欠陥検出の重要度が上がっていくものと考えられる。図表 13-5 にこのイメージを示す。



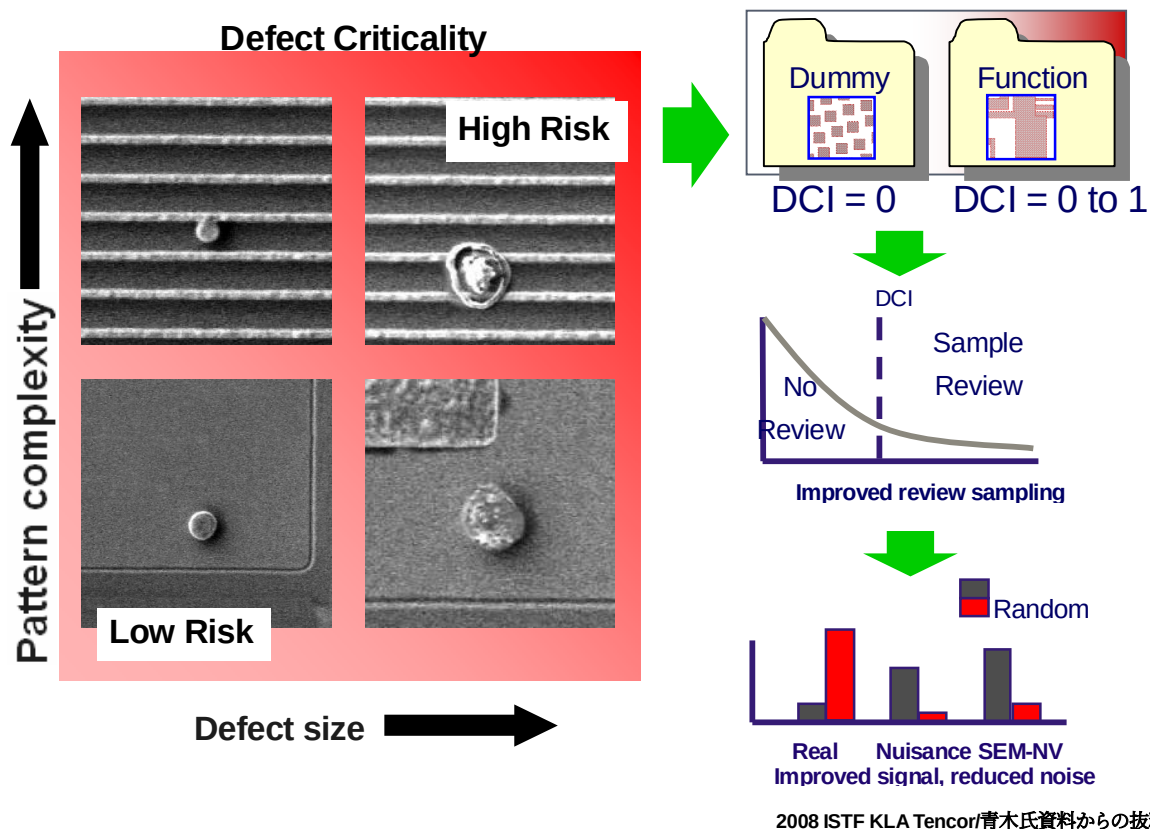
図表 13-5 設計情報の欠陥検査への積極利用

以下に Hot Spot 検出への、この手法の適用例を説明する。

まずは、設計パターン情報からパターンライブラリを作成する 図表 13-X(1.-2.)。具体的には、これは Hot Spot の特異性を認識しそのグループ分け(設計パターンデータからの検出ルール作成)とそれぞれのチップ内の存在座標を抽出することになる。次に欠陥検査を行い、欠陥座標と欠陥イメージを取得する 図表 13-6(3.-4.)。最後に検出欠陥座標とパターンライブラリの座標情報の突合せにより各検出欠陥のパターンライブラリ(発生欠陥背景)による分類が可能になる。Hot Spot 検出においては、特定のパターンライブラリに属する検出欠陥のみを抽出することにより、現実的な工数でのレシピ作成、欠陥レビュー、管理が可能になる。パターンライブラリにパターン比率の調整等の目的で挿入するダミーパターン(この領域には欠陥が発生しても電氣的な欠陥とはならない)を登録しておけば、その分離も可能になる。



図表 13-6 設計情報を使用した欠陥検査の実施例



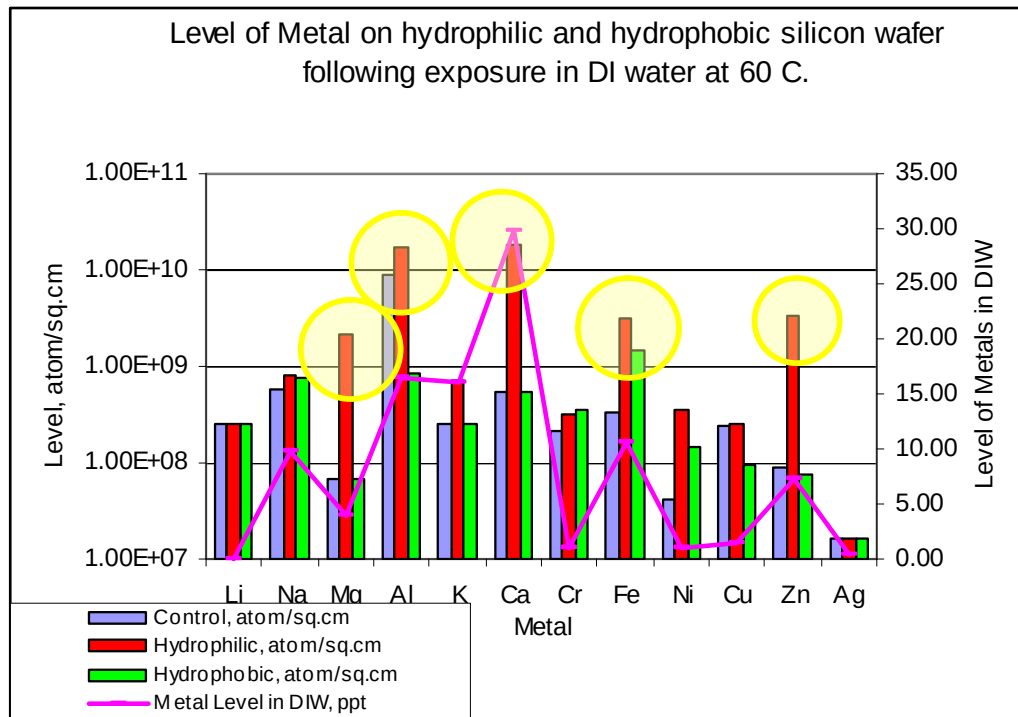
図表 13-7 設計情報(背景感知面積)からの欠陥危険度判定による、欠陥サンプリング効率化
 これまでも、インラインでの欠陥検出に設計情報の利用は当然行われていたわけであるが、今後はその利用効率の大幅な向上をうながす、本事例のような手法・システムの重要度がますます上がっていくものと考え
 る。

13-5-1 WECC Topics-1 純水からのメタル汚染

純水はウェットクリーニング、ウェットエッチング等の最終リンス液として大量に使用されている。そのためその純度は歩留を左右する重要な位置づけとなっている。特にメタルのウェーハへの吸着挙動に関して米国・欧州 WECC 内の議論と、それに対しての日本の WECC での考察・提案に関して記述する。

13-5-1-1 Critical Metals の改定議論

ITRS2007 Table YE9 で規定している純水中の Critical Metals は Al, As, Ba, Ca, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sn, Ti, Zn である。純水中のメタル濃度の基準は<1ppt(ng/L)である。米国・欧州 WECC では、これをさらに細分化して Critical metals と Less Critical Metals にする予定で実験および議論をしている。図表 13-8 は、米国 WECC メンバー企業が実験した、各種メタルの純水からウェーハへの吸着挙動のデータである。



図表 13-8 各種メタルの吸着挙動(温純水からウェーハ表面)

本実験の結果によれば、親水性のウェーハでもメタルの吸着はしやすく、Mg, Al, Ca, Zn, Feは吸着量が多い。Mg, Al, Ca, Zn, Feが選択されPbを加えてCritical Metalとする予定で米国・欧州 WECCで議論中だが、2008年度のupdateには間に合っていない。日本のWECCからは、彼らがリストアップしているcritical metalsはFEPのcritical metalsとの整合が取れていないため、ITRS章間の整合を取った上で2009年度の改定するよう要求している。以下に示すようにFEPはメタルを三つに分類している。

1. Critical GOI surface metals:⇒ Fe, Ca, Ba, Sr (<5e9atoms/cm2)
2. Critical other surface metals :⇒ Fe, Ni, Cu, Cr, Co, Hf, Pt (<1e10atoms/cm2)
3. Mobile ions:⇒ Na, K, ..(2e12atoms/cm2)

両者に共通しているメタルはBa, Ca, Co, Cu, Cr, Fe, K, Na, Niである。日本WECCとしては、FEPのCritical Metals, 純水への存在確率、ウェーハへの吸着確率を総合的に判断したWECC critical metals表の日本案を作成し、これを2009.3ベルギー開催のITRS欧州会議で提案した(図表13-9参照)。

	FEP critical metals	Occurrence in UPW	Deposition probability	WECC critical metals in UPW
Ag	no	no	Low	no
Al	no	Yes	High	less critical
As	no	no	Unknown	Unknown
B	no	Yes	Unknown	Unknown
Ba	critical	seldom	Unknown	Unknown
Ca	critical	Yes	High	critical
Co	critical	seldom	Unknown	Unknown
Cr	critical	Yes	middle	critical
Cu	critical	seldom	Low	less critical
Fe	critical	Yes	High	critical
Ga	no	no	Unknown	Unknown
Ge	no	no	Unknown	Unknown
Hf	critical	no	Unknown	Unknown
K	mobile	Yes	middle	less critical
Li	no	no	Low	no
Mo	no	seldom	High	less critical
Mn	no	seldom	Unknown	Unknown
Na	mobile	Yes	middle	less critical
Ni	critical	Yes	middle	critical
Pt	critical	no	Unknown	Unknown
Sr	critical	no	Unknown	Unknown
Ti	no	seldom	Unknown	Unknown
Zn	no	Yes	High	less critical

Based on FEP table Based on hearing from UPW suppliers Based on experiments by US WECC WG

図表 13-9 純水中の critical metals の提案(2009.3_ITRS ベルギー会議)JWECC

13-5-1-2 純水からのメタル汚染の研究事例

STRJ での活動として純水からウェーハへのメタル汚染事例の調査と日本 WECC 内部での議論を行った。図表 13-10 に研究事例を示す。

研究内容	研究機関	トータル内容、解決策
①Siウェーハ上微量不純物分析用固定法 1993年	日本分析化学会第42年会	超純水で標準溶液を既知濃度に希釈して、Siウェーハ上に30分間浸漬させてスピナー乾燥。 汚染濃度範囲 10ppb-10ppm Fe, Mn, Zn, Ca 10ppbで3e10atoms/cm2 Al 10ppbで1e11atoms/cm2 Cr, W, Ti 10ppbで1e12atoms/cm2
②Influence of Very-small-quantity Metal Contamination on Device Yield 2002年	ISSM2002	超純水中1-2ppt 流水汚染 GOI影響 <1e10(Ca, Mg) Ca <1e9atoms/cm2(15分) 3e9atoms/cm2(45分) Zn 3e9atoms/cm2(15分) 1.2e10atoms/cm2(45分)
③純水中の低濃度メタルによるウェーハの付着挙動 2002年	応用物理学会 2002 オルガノ	Fe 5ppt, Al 30ppt汚染水 流水汚染10分 ベアシリコンと自然酸化膜での比較 自然酸化膜の方が吸着しやすい。
④ウェーハ表面メタル付着の純水リンス時間依存性	栗田工業	超純水接触時間とウェーハ付着金属濃度の関係 流水汚染0-120分 <1pptで9乗レベル維持 疎水性ウェーハでの評価

図表 13-10 メタル汚染の研究事例

事例1では 10ppb-10ppm のメタルを溶解させた純水を作製し、ウェーハにこの汚染液を浸漬(30 分)させている。図表 13-11 に実験結果を示す。市販のメタルの標準溶液 1000ppm は 0.1M HNO3(pH1)溶液に溶解してい

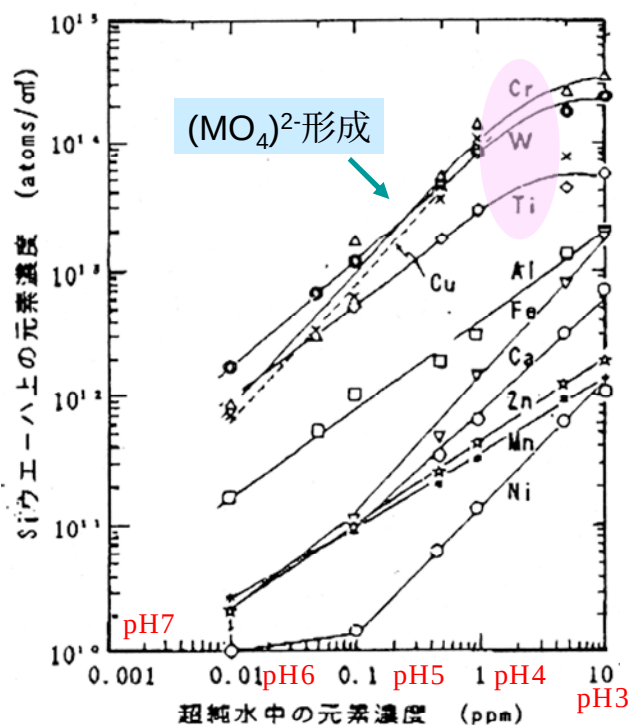
る。そのためこれを純水で希釈すると pH6-3 を示し酸性領域となる。Cr, W, Ti はオキソ酸 (MCO_4^-) を形成するため酸性領域では吸着しやすい。それに対して Ni, Mn, Zn, Ca は酸性領域では溶液内で安定に存在するため吸着しにくい。Al は両性元素のため吸着は両者の中間に位置する。この汚染は pH の影響を大きく受けているため、純水からの汚染とは言いがたい。

それに対して事例 2 (図表 13-12) は超純水 $>18\text{M}\Omega$ 中に Ca, Mg, Zn を 1-2ppt 汚染させてウェーハを流水洗浄している。洗浄時間は 15 分と 45 分である。VPD-ICPMS (フッ酸蒸気分解-誘導結合プラズマ結合質量分析) を用いて評価している。どの元素ともに流水洗浄時間が長くなるに従い、その汚染量が増加している。特に Zn は 45 分の流水洗浄で $1.2 \times 10^{10} \text{atoms/cm}^2$ のウェーハへの汚染が確認されている。流水汚染のためより吸着しやすかったと推測される。

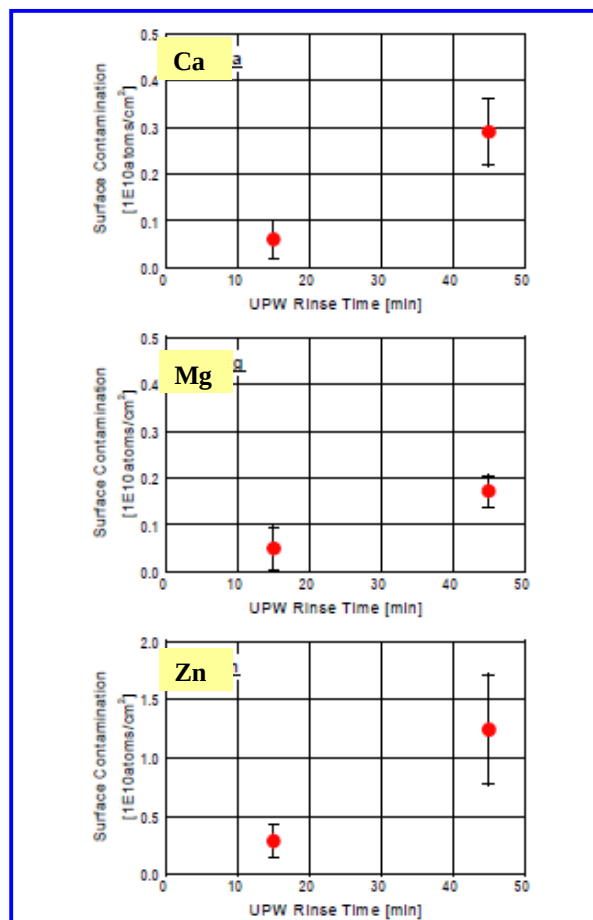
事例 3 は Fe 5ppt (ng/L), Al 30ppt (ng/L) の汚染させた純水でウェーハを流水洗浄 (10 分) している研究である。親水性と疎水性のウェーハを比較すると親水性のウェーハの方が吸着量は多い。Fe は一桁 ppt (ng/L) の汚染にもかかわらず $1 \times 10^{10} \text{atoms/cm}^2$ 程度の汚染が確認された。

事例 4 は純水中に Cu, Mn, Fe, Ni を添加し $<1\text{ppt}$ (ng/L) とし疎水性ウェーハをそれぞれ 0 分から 120 分の流水洗浄をした。時間とともにウェーハのメタル汚染量は増加した。しかしながら、純水中のメタル汚染濃度が低いので 9 乗レベルを維持している。

以上のように、純水はメタル濃度が一桁 ppt (ng/L) でも $1 \times 10^{10} \text{atoms/cm}^2$ レベルの汚染を引き起こす可能性があることがわかった。また、 $<1\text{ppt}$ (ng/L) の場合には 9 乗レベルを維持できることもわかった。図表 13-13 は ITRS1999-2008 年の超純水の要求数値を示している。Critical metals の項目に着目すれば 2001 年から 2003 年で数値が大きく変っている。 $<20\text{ppt}$ (ng/L) から 1ppt (ng/L) になっている。2007 年から 2008 年では critical metals の細分化と数値の変更に向けた議論が続いている。



図表 13-11 研究事例 1 の吸着挙動

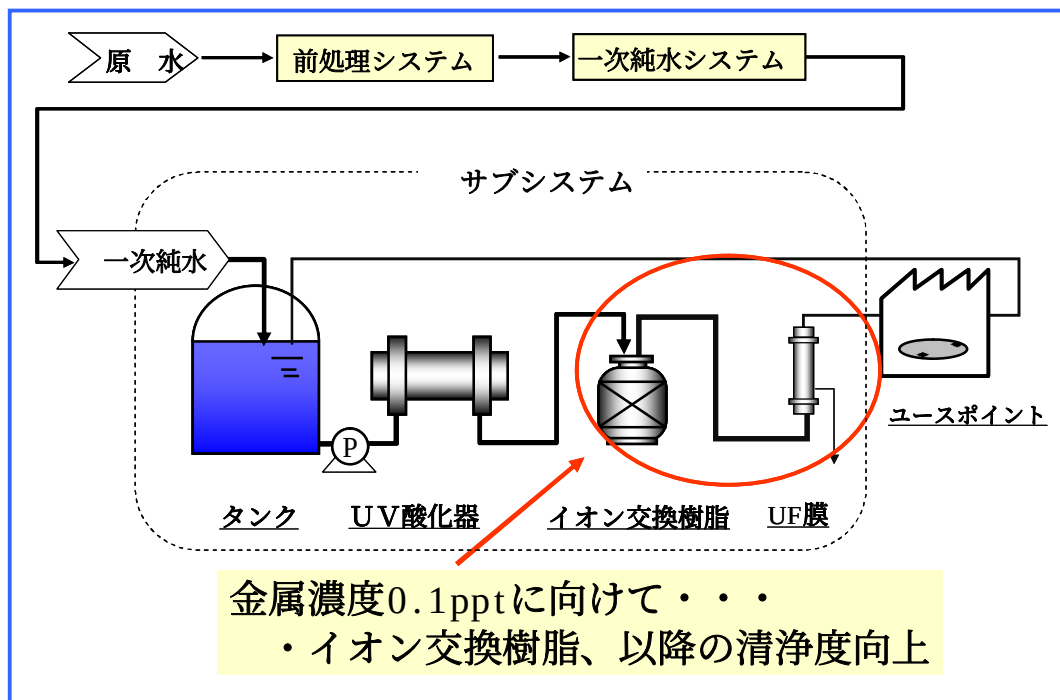


図表 13-12 研究事例 2 の吸着挙動

実際はリンス液として使用する(流水汚染)と 1ppt でもリンス時間長で $1e10\text{atoms}/\text{cm}^2$ レベルまで達する懸念がある。FEP では critical GOI surface metals は $<5e9\text{atoms}/\text{cm}^2$ と規定している。日本の WECC としては今後も $<1\text{ppt}$ で続くのではなく、0.5ppt, 0.1ppt までの低減は必要と考える。図表 13-14 にメタル濃度 0.1ppt(ng/L)に向けた純水システムの改善点を示す。サブシステムのイオン交換樹脂、UF 膜以降の清浄度向上が必要とされる。

超純水	1999(ITRS)	2001(ITRS)	2003(ITRS)	2005(ITRS)	2007(ITRS)	2008(ITRS)
抵抗率	記述なし	記述なし	$18.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	$18.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	$18.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	$18.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$
微粒子						
大きさ (μm)	0.09	0.065	0.05	0.04	0.05として	32.5nm
個数 (個/ml)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.9	<100
生菌 (個/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TOC ($\mu\text{g}/\text{L}$ or ppb)	2	1	<1	<1	<1	<1
溶存酸素 ($\mu\text{g}/\text{L}$ or ppb)	10	記述なし	3	<10	<10	<10
SiO ₂ ($\mu\text{g}/\text{L}$ or ppb)	0.1	0.1	1	<0.5	<0.5	<0.5
critical metals (ppt/ng/L) each	20	<20	1	<1	<1	<1
アニオン	20	<20	<50	<50	<50	<50
溶存窒素 (ppm)	記述なし	記述なし	8-12	8-12	8-12(メガゾニック)	8-12(メガゾニック)

図表 13-13 純水の要求項目(数値)の推移(ITRS)



図表 13-14 メタル低減をめざした純水プラント

(参考文献)

1. 小嶋他「Si ウェーハ上微量不純物分析元素固定法」日本分析化学会第 42 年会予稿集(1993)
2. Y. Kimura et al. 「Influence of Very-small-quantity Metal Contamination (Ca, Mg, Zn) on Device Yield」ISSM2002.
3. 鳥山他「超純水中微量金属不純物のシリコンウェーハへの吸着挙動」2002 秋季応用物理学会予稿集(2002)

13-5-2 WECC Topics-2 液中パーティクル計測の現状

Year of Production	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Flash ½ Pitch (nm) (un-contacted Poly)(f)	54	45	40	36	32	28
DRAM ½ Pitch (nm) (contacted)	65	57	50	45	40	36
Particles						
ADD Critical particle size (nm) [1]	32.5	28.3	25	22.5	20	17.9
UPW WAS Number of particles > 0.05 µm (ml) [26]	<0.9	<0.9	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.2
UPW IS Number of particles > critical particle size (see above) (#/L) [26]	100	100	100	100	100	300
Chem 49% HF: number of particles/ml > 0.065µm [1] [11]	10	4	4	4	3	3
Chem ADD 49% HF: number of particles/ml > critical particle size	80	50	70	100	100	140
Chem 37% HCl: number of particles/ml > 0.065µm [1] [11]	10	4	4	4	3	3
Chem ADD 37% HCl: number of particles/ml > critical particle size	80	50	70	100	100	140
Chem WAS 30% H2O2: number of particles/ml > 0.065µm [1] [11]	1000	400	400	400	300	300
Chem IS 30% H2O2: number of particles/ml > 0.065µm [1] [11]	10	4	4	4	3	3
Chem ADD 30% H2O2: number of particles/ml > critical particle size	80	50	70	100	100	140
Chem 29% NH4OH: number of particles/ml > 0.065µm [1] [11]	1000	400	400	400	300	300
Chem ADD 29% NH4OH: number of particles/ml > critical particle size	8000	5000	7000	10000	10000	14000

図表 13-15 液中パーティクルの改定(純水、薬品)

液中パーティクル(純水、薬品)粒径は 2007 年までは液中パーティクルカウンターの感度にあわせてそれぞれ 50nm, 65nm での個数を要求項目としてあげていた。2008 年度からは Critical Particle Size は FEP に合致する形で DRAM のハーフピッチサイズが採用された。図表 13-15 に示すとおり、2007 年までは 50nm または 65nm 以上だったものが、FEP で規定している critical particle size 以上の個数に変更された。しかしながら、2008 年度で Critical Particle Size は 28.3nm であり、測定困難な領域となっている。そこで液中パーティクルカウンターの現状と高感度に向けた問題点をソナック社、リオン社からヒアリングした。

パーティクルカウンタの測定には種々の方法と特徴がある。粒径により検出方式(全量/一部)が異なる。粒径が <0.1 µm では部分測定による高感度化が適用されている。

現状のパーティクルカウンタの問題点は自己ノイズ、気泡、外部環境等による偽計数をどのように排除するかである。「粒径感度」と「有効試料流量及び偽計数」はトレードオフの関係にある。今後の更なる高潔浄化に対応するには、粒径感度の向上とともに有効試料流量の維持・増大が必要とされる。実用的な測定時間もしくは試料容量で統計的に信頼できる粒子カウントを稼ぐ為の施策を検討している。微粒子計測は、技術的には 30nm 程度までは光散乱での計測可能性があるが、低濃度対応は困難になる。20nm 以下は光散乱では困難であり、光源の改善とノイズ低減が必要とされる。

13-6 2008 年度ヒアリング実績

以下に WG11 全体と WG11-WECC 分科会でのヒアリング実績を示す。今年度は WECC, DDC を中心としたヒアリングを実施した。

(WG11)

1. 微小パーティクル制御方法 東京エレクトロン WECC
2. ITRS を考慮した超純水の分析関連技術 野村マイクロサイエンス WECC
3. 液中パーティクルカウンターの最新動向 ソナック WECC
4. 各種フィルター技術(液、ガス、雰囲気) 日本インテグリス WECC
5. 液中パーティクル計測技術 リオン WECC
6. 検査技術(フォトマスク欠陥等) レーザーテック DDC

7. Evolution of Wafer Inspection Methodology KLA テンコール DDC

(WECC)

1. 微量メタル含有純水通水時のウェーハへのメタル吸着挙動 オルガノ
2. 超純水接触時間とウェーハ表面金属付着濃度の関係 栗田工業

2008 年度 WG11 活動に対して講演/資料提供等で御支援頂いた上記の皆様に感謝します。

13-7 まとめと今後の活動計画

今年度 YMDB では Defect Budget 調査(DB Survey)の再実施にむけた準備を進めてきた。各 IDM の考える PWP の歩留への影響度や期待値をベースにしたテーブルに変更についての議論を開始した。今後は World Wide で実施すべく、欧米、アジアの協力を求めていく。DDC ではデザイン情報を使った欠陥検出・分類技術について調査した。WECC の活動でアメリカ、ヨーロッパ、日本において純水の純度(メタル、パーティクル)の重要性を再認識した。ITRS に反映させるように活動を開始した。

2009 年度の活動計画は以下のとおりである。

YMDB:DB Survey 再実施を進める。DB Table の基礎データ更新方法を検討する。

DDC:見えない欠陥と歩留の関係調査する。

WECC:各種汚染と歩留の関係を調査する。液中パーティクル、メタルの付着確率の調査する。